

***Physalis peruviana*: BAHAN PANGAN DAN BIOAKTIVITASNYA**

***Physalis peruviana*: Food and Its Bioactivity**

Marina Silalahi ^{*})

¹Prodi Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta

*Corresponding author: marina.silalahi@uki.ac.id

ABSTRACT

Physalis peruviana oleh masyarakat lokal Indonesia dikenal dengan nama ciplukan, merupakan tanaman yang diduga berasal dari Mexico. Masyarakat lokal Indonesia memanfaatkan *P. peruviana* sebagai buah dan obat tradisional, sehingga perlu kajian untuk menjelaskan nilai nutrisi maupun bioaktivitasnya. Artikel ini ditulis berdasarkan kajian terhadap artikel ilmiah yang telah dipublikasi secara on line maupun off line. *Physalis peruviana* merupakan sumber Kalium, provitamin A, vitamin C, zat besi, dan beberapa vitamin B-kompleks. Dalam pengobatan tradisional *P. peruviana* digunakan sebagai obat cacar air, antihipertensi, kanker, leukemia, hepatitis, rematik, antispasmodik, diuretik, antiseptik, obat penenang, dan analgesik. Berdasarkan biessaynya *P. peruviana* memiliki aktivitas sebagai anti diabetes mellitus, antioksidan, anti kanker, dan anti bakteri. Senyawa 4b-Hydroxywithanolide (4bHWE), withanolides, dan physangulidines A-C dari *P. peruviana* merupakan senyawa yang memiliki aktivitas menghambat pertumbuhan sel kanker melalui apoptosis.

Keyword: *Physalis peruviana*, anti kanker, withanolides, 4b-Hydroxywithanolide

PENDAHULUAN

Physalis peruviana oleh masyarakat lokal Indonesia dikenal dengan nama ciplukan, merupakan tanaman yang diduga berasal dari Mexico (Kindscher et al., 2012), Kolombia (Whitson and Manos, 2005). Di Indonesia *P. peruviana* mudah ditemukan di pekarangan sebagai tanaman liar (Silalahi dan Nisyawati, 2018), yang dimanfaatkan sebagai sumber buah segar dan obat, bahkan sudah di perjualbelikan di beberapa pasar tradisional (Silalahi et al., 2015b), walaupun demikian pemanfaatan sebagai obat lebih menonjol dibanding sebagai sumber buah. Berbeda halnya dengan di Kolombia, bahwa *P. peruviana* merupakan tanaman budidaya dan buah ekspor terpenting kedua (Salazar et al., 2008), bahkan dikenal sebagai produsen utama (Fischer, 1995). Hal senda juga diungkapkan oleh Yilmaztekin et al. (2014) bahwa di negara Ekuador, Afrika Selatan, Kenya, Zimbabwe, Australia, New Zealand, Hawaii, India, Malaysia, Kolombia, dan China merupakan buah yang diproduksi secara komersial.

Berdasarkan kandungan nutrisinya, buah *P. peruviana* memiliki mineral lebih tinggi dibandingkan dengan pepaya var. Formosa (*Carica papaya*), apel (*Malus domestica*), jeruk var. Valência (*Citrus sinensis*), stroberi (*Fragaria vesca*), acerola (*Malpighia glabra*) (Rodrigues et al., 2009). *Physalis peruviana* merupakan sumber provitamin A, vitamin C, zat besi (Fe), dan beberapa

vitamin B-kompleks (Fischer 1995; Puente et al., 2011), bahkan kandungan Fe lebih tinggi daripada kacang-kacangan yang selama ini dianggap sebagai sumber Fe utama (Rodrigues et al., 2008).

Pemanfaatan *P. peruviana* sebagai bahan pangan berhubungan dengan kandungan nutrisi, mineral dan vitaminnya, sedangkan metabolit sekundernya berhubungan dengan pemanfaatan sebagai obat. Dalam pengobatan tradisional *P. peruviana* digunakan sebagai obat cacar air, hipertensi (Silalahi et al., 2015b), kanker, leukemia, hepatitis, rematik (Wu et al., 2009), anti-spasmodik, diuretik, antiseptik, obat penenang, dan analgesik (Perk et al., 2013). Oleh masyarakat lokal Indonesia *P. peruviana* belum dikembangkan sebagai penghasil buah yang bernilai komersial, padahal secara empirik terlihat bahwa tanaman tersebut tumbuh subur di berbagai pekarangan. Artikel ini akan membahas pemanfaatan *P. peruviana* sebagai bahan pangan maupun sebagai obat sehingga diperoleh informasi yang komprehensif mengenai nilai nutrisi dan bioaktivitasnya.

METODE

Artikel ini ditulis berdasarkan studi literatur yang diperoleh secara on line maupun off line. Artikel on line didasarkan pada jurnal ilmiah yang di unduh dari googlescholar, jurnal, maupun scopus, sedangkan off line didasarkan pada buku ataupun tesis maupun karya ilmiah lainnya. Hasil yang diperoleh disintesis sehingga diperoleh informasi sesuai dengan tujuan penulisan artikel.

PEMBAHASAN

Botani *Physalis peruviana*

Silalahi dan Nisyawati (2018) melaporkan bahwa Solanaceae merupakan salah satu famili dengan jumlah spesies terbanyak yang digunakan sebagai bahan pangan dan obat oleh masyarakat lokal etnis Karo, Sumatera Utara, dan merupakan tanaman yang sudah banyak dibudidayakan. Kentang (*Solanum tuberosum*), tomat (*Solanum lycopersicum*), cabe (*Capsicum annum*), terung (*Solanum melogena*) merupakan beberapa spesies dari famili Solanaceae yang dibudidayakan.

Solanaceae memiliki sekitar 2.300 spesies (D'arcy, 1991) dan salah satu genusnya adalah *Physalis*. *Physalis* memiliki sekitar 75 spesies (Whitson and Manos, 2005). *Physalis peruviana* memiliki lebih dari 80 varietas dapat ditemukan di alam liar (Cedeño and Montenegro 2004). *Physalis* mensintesis berbagai jenis senyawa fenolik pada bagian daun, kalik, dan buah yang dapat digunakan sebagai chemomarker (Medina-Medrano et al., 2012). Senyawa fenolik yang terakumulasi dalam daun dan kalik adalah turunan 3-o-glikosida kaempferol (Medina-Medrano et al., 2012).

Physalis peruviana berasal dari dataran tinggi Andes di Amerika Selatan bagian Utara yaitu Kolombia (Whitson and Manos 2005) dan Mexico (Kindscher et al., 2012). Di Kolombia *P. peruviana* ditemukan sebagai tanaman liar dan semi wild, yang tumbuh pada zona 1.500 dan 3.000 (Whitson and Manos 2005) hingga 3.300 mdpl (Tapia and Fries 2007). Berdasarkan ukuran, warna, rasa, bentuk bunga, dan tinggi, *P. peruviana* dikelompokkan menjadi tiga ekotipe yaitu ekotipe Kolombia, Kenya, dan Afrika Selatan (Almanza and Espinosa 1995). Ekotipe Kolombia memiliki buah warna terang, buah kecil (rata-rata berat 5 g), namun kadar gula lebih tinggi dibandingkan dengan ekotipe lainnya, dan memiliki rasa lebih enak sehingga lebih banyak diperdagangkan (Fischer et al., 2000).

Physalis peruviana memiliki ciri-ciri tanaman herba perennial yang tumbuh baik di daerah sub-tropis dan dapat tumbuh hingga 1,8 m. Bunga dapat diserbuki oleh insekta, angin dan autopolinasi. Buah merupakan buah berry dengan bentuk oval berwarna kuning ke oranye, dengan diameter 1,25-

2,50 cm, dengan berat 4-10 g, mengandung sekitar 100 - 200 biji di dalam buah. Buah dilindungi oleh kalik atau buah bola, dan menutupi buah dengan sempurna, sehingga ketika buah berkembang hingga matang dapat mencegah insekta, burung, penyakit, dan lingkungan yang kurang baik. Buah berkembang selama 20 hari dan merupakan sumber karbohidrat potensial (Tapia and Fries, 2007). Satu tanaman dapat menghasilkan hingga 300 buah dan hasil panen dapat mencapai 20-33 ton ha-1 (Ramdhan, 2007).

Suhu optimum untuk pertumbuhan *P. peruviana* 18°C, sedangkan suhu tinggi dapat mempengaruhi waktu berbunga dan berbuah. *P. peruviana* tumbuh subur di tanah yang sedikit asam nilai pH yang baik antara 5,5 dan 7,3 dengan kandungan bahan organik yang baik dan curah hujan antara 1000 dan 2000 mm (Tapia and Fries, 2007). Waktu antara inisiasi perkecambahan dan panen pertama adalah sekitar sembilan bulan, namun setelah panen pertama kualitas dan produksi buah akan berkurang setelah panen pertama (Tapia and Fries, 2007).

Pematangan buah *P. peruviana* berhubungan produksi ethylene yaitu 7 dan 24 nmol h-1 per g dalam buah matang yang menyebabkan perubahan warna buah dari hijau (klorofil) menjadi warna oranye kekuningan (karotenoid) serta terjadi pelunakan buah (Trincherro et al., 1999). Umur simpan dari buah *P. peruviana* dengan kelopak selama satu bulan sementara tanpa kelopak adalah 4 hingga 5 hari (Cedeño and Montenegro, 2004). Buah *P. peruviana* mengandung kelembaban (6,6%), protein (17,8%), abu (3,10%), serat kasar (28,7%) dan karbohidrat (24,5%) (Ramadan dan Moersel, 2009). Pelunakan buah terjadi karena adanya perubahan aktivitas enzim dinding sel seperti pektin methylesterase, α dan β -galactosidase mirip dengan pematangan buah tomat. Pektin methylesterase dan α -galactosidase meningkat pada saat buah menuju tahap matang (Trincherro et al., 1999).

***Physalis peruviana* Sebagai Bahan Pangan**

Physalis peruviana merupakan tumbuhan yang multifungsi sebagai bahan pangan (sumber buah) maupun sebagai obat. Buah *P. peruviana* memiliki aroma yang sangat khas yang berbeda dengan buah tanaman lainnya karena mengandung senyawa volatil khas (Yilmaztekin et al., 2014). Sebagai sumber buah, *P. peruviana* telah dibudidayakan di berbagai negara bahkan menjadi buah ekspor utama di negara Kolombia (Salazar et al., 2008), karena kaya akan nutrisi (Tabel 1). Buah *P. peruviana* juga kaya akan asam lemak, sterol, vitamin yang larut dalam lemak dan β -karoten (Tabel 2) (Ramdhan dan Morsel 2007) dan mineral yang tinggi terutama Kalium dan Magnesium (Tabel 3). Hal tersebut menyebabkan berbagai jenis makanan olahan memanfaatkan buah *P. peruviana* sebagai bahan utamanya seperti selai, yogurt, sirup, dan es krim (Ramadan 2011; El-Tohamy et al., 2009).

Buah *P. peruviana* memiliki aroma khas sehingga memiliki cita rasa yang berbeda dengan jenis buah lainnya. Aroma tersebut berasal dari senyawa yang berbeda seperti alkohol, ester, terpena, aldehida, keton, lakton, dan oksida (Yilmaztekin et al., 2014).. Yilmaztekin et al., (2014) buah *P. peruviana* mengandung sebanyak 133 senyawa volatil beberapa komponen utamanya: 1-hexanol (6,86%), eucalyptol (6,66%), ethyl butanoate (6,47%), ethyl octanoate (4,01%), ethyl decanoate (3,39%), 4-terpineol (3,27%), dan 2-metil-1-butanol (3,10%). Buah *P. peruviana* yang diperoleh dari Brasil memiliki kandungan abu dan lipid total, 0,8 dan 3,16 g.100 g-1 secara berurutan. Komposisi mineral *P. peruviana* antara lain K, Mg, Ca dan Fe sebagai elemen utama, dan kandungan Fe hadir lebih tinggi daripada kacang-kacangan yang selama ini dianggap sebagai sumber Fe utama (Rodrigues et al., 2008).

Tabel 1. Kandungan nutrisi dari buah *P. peruviana* (Ramadan and Mörsel, 2004)

Nama zat	Konsentrasi g/100 gram
Kadar air	78,9
Protein	0,05-0,3
Lemak	0,15-0,2
Karbohidrat	19,6
Serat	4,9
Abu	1,0
Kalsium	8,0
Fosfor	55,3
Besi	1,2
Karotene	1,6
Thiamine	0,1
Riboflavin	0,03
Niacin	1,70
Asam askorbat	43,0

Tabel 2. Kadar asam lemak (%), sterol, vitamin yang larut dalam lemak dan β -karoten dalam buah *P. peruviana* (Ramadhan dan Morsel, 2007)

Senyawa	Senyawa ^b
C12:0	Ergosterol
C14:0	Campesterol
C16:0	Stigmasterol
C16:1n-7	Lanosterol
C18:0	β -Sitosterol
C18:1n-9	Δ 5-Avenasterol
C18:2n-6	Δ 7-Avenasterol
C18:3n-6	Total sterols
C20:0	α -Tocopherol
C18:3n-3	β -Tocopherol
C20:1n-9	γ -Tocopherol
C20:3n-6	δ -Tocopherol
C22:1n-9	Total vitamin E
C24:0	β -Carotene
C24:1n-9	
Total saturates	
Total monoenes	
Total dienes	
Total trienes	
S/U ratio (%) ^a	

Nilai diberikan sebagai rata-rata dari tiga ulangan \pm standar deviasi.

a Rasio asam lemak jenuh ke asam lemak tidak jenuh.

b Gram per kilogram lemak total

Tabel 3. Kandungan mineral dari buah *P. peruviana* (Rodrigues *et al.*, 2009)

Nama Mineral	$\mu\text{g}100 \text{ g}^{-1}$ berat kering
Fe (Ferrum)	$1,47 \pm 0,18$
Mg (Magnesium)	$34,70 \pm 1,50$
Zn (Zintum)	$0,49 \pm 0,08$
Ca (Calsium)	$9,00 \pm 1,00$
K (Kalium)	$347,00 \pm 2,50$
Na (Natrium)	$1,10 \pm 0,1$
Cu (Cuprum)	$0,28 \pm 0,03$
Mn (Mangan)	$0,26 \pm 0,02$
Al (Alumanium)	$0,33 \pm 0,01$
Ba (Barium)	$0,06 \pm 0,00$
Co (Cobalt)	$0,01 \pm 0,00$
Cr (Cromium)	$0,01 \pm 0,00$
Sr (Stromsium)	$0,04 \pm 0,00$
Rb (Rubidium)	$0,42 \pm 0,08$

Berbagai faktor mempengaruhi kualitas olahan buah dari *P. peruviana* seperti lama fermentasi dan pasteurilisasi. Fermentasi merupakan salah satu cara tradisional yang digunakan untuk meningkatkan kualitas maupun daya simpan makanan, sedangkan pasteurilisasi merupakan cara pengawetan makanan dengan memanaskan secara berulang pada suhu rendah. Pasteurisasi jus buah *P. peruviana* pada 90OC selama 2 menit menyebabkan peningkatan yang signifikan karakteristik organoleptiknya, namun mengurangi kandungan asam askorbat dari 38,90 hingga 30,20 mg/100 g. Jus yang dipanaskan juga mengakibatkan kehilangan fenol total sebesar 20,88%. Kandungan sukrosa menurun 25% untuk jus segar dan 16% untuk jus pasteurisasi. Setelah pasteurisasi terjadi peningkatan viskositas 7% dan penurunan uap air sebesar 22% setelah 21 hari umur simpan (Rabie *et al.*, 2014).

Bioaktivitas *Physalis peruviana*

Secara etnobotani *P. peruviana* digunakan oleh berbagai masyarakat sebagai obat cacar, hipertensi (Silalahi 2015b), kanker, leukemia, hepatitis, rematik (Wu *et al.*, 2009), antispasmodik, diuretik, antiseptik, obat penenang, dan analgesik (Perk *et al.*, 2013). Berdasarkan uji bioessay *P. peruvina* memiliki aktivitas sebagai anti diabetes mellitus, anti oksidan, anti kanker, dan anti mikroba.

1. AntiDiabetes Mellitus

Konsumsi makanan yang berlebihan mengakibatkan tingginya kalori yang masuk ke dalam tubuh yang berimplikasi terhadap berbagai jenis penyakit seperti obesitas, kardiovaskuler, stress, dan diabetes mellitus. Bagi masyarakat awam penyakit diabetes mellitus dihubungkan dengan kelebihan kandungan gula pada tubuh, sehingga untuk mengatasinya digunakan tumbuhan yang memiliki rasa pahit (Silalahi 2014). Berbeda halnya dengan pemanfaatan *P. peruviana*, walaupun memiliki buah manis, namun terbukti memiliki aktivitas sebagai anti diabetes melitus (Raju and Mamidala 2015; Kasali *et al.*, 2013).

Raju dan Mamidala (2015) menyatakan bahwa senyawa yang diisolasi dari *P. unguolata* secara signifikan ($P < 0,05$) menurunkan kadar gula darah tikus hiperlikemik yang telah diinduksi dengan aloksan 25 mg/kg dan 50 mg/kg secara oral. Hal tersebut menunjukkan bahwa *P. unguolata* bersifat sebagai antihiperlikemik dan sangat potensial digunakan sebagai obat anti diabetes mellitus tipe 2. Hal yang hampir sama dinyatakan oleh Kasali *et al.* (2013) menyatakan bahwa air rebusan dari serbuk kering daun *P. peruviana* yang diberikan pada babi dengan dosis mulai dari 100 mg/kg hingga 3,2 g/kg

berat badan memiliki aktivitas hipoglikemia. Lebih lanjut Kasali et al. (2013) menyatakan bahwa pada dosis 100 mg/kg ekstrak air *P. peruviana* mereduksi kadar glukosa setelah 30 menit setelah dikonsumsi. Walaupun ekstrak *P. peruviana* berkhasiat sebagai anti diabetes melitus namun pemanfaatannya perlu dikontrol, karena pada konsentrasi tinggi mengakibatkan kerusakan organ vital. Pemberian ekstrak kering *P. peruviana* pada dosis diatas 800 mg/kg dapat mengakibatkan kematian dan LD50 diestimasi pada konsentrasi 1280 mg/kg karena adanya pendarahan dan pembengkakan organ vital di beberapa lokasi (Kasali et al. 2013).

2. Anti Kanker

Kanker merupakan salah satu penyebab tertinggi kematian manusia, yang disebabkan oleh pertumbuhan sel yang tidak terkendali atau berlebihan. *Physalis peruviana* secara tradisional digunakan untuk mengobati kanker dan leukemia (Wu et al., 2009), termasuk kanker paru-paru. Berbagai obat kanker paru paru komersial seperti radioterapi, docetaxel, namun kanker paru-paru belum mampu disembuhkan. Diet chemoprevention diyakini dapat mencegah kanker paru-paru yaitu dengan mengkonsumsi buah dan makanan yang baik diyakini lebih praktis, ekonomis, dan efektif (Yen et al., 2010), termasuk di dalamnya dengan mengkonsumsi buah *P. peruviana*.

Apoptosis (program kematian sel) merupakan proses yang sangat terorganisir yang ditentukan oleh sejumlah perubahan morfologis dan biokimia termasuk blebbing, penyusutan sel, kondensasi kromatin, dan fragmentasi inti (Park et al., 2002; Elmore, 2007), digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan sel. Protein yang menginduksi apoptosis (apoptosis-induced proteins) digunakan dalam terapi kanker beberapa tahun terakhir, terutama yang berasal dari tumbuhan. Pembentukan reactive oxygen species seperti anion superoksida (O₂⁻), hidrogen peroksida (H₂O₂), radikal hidroksil (OH), dan oksigen singlet (tunggal) merupakan mediator dari apoptosis yang dapat merusak lipid, protein, dan DNA dan menurunkan viabilitas sel (Hamad et al., 2010).

Yen et al. (2010) menyatakan bahwa senyawa 4b-Hydroxywithanolide (4bHWE) dari *P. peruviana* menghambat pertumbuhan sel kanker paru-paru melalui apoptosis, perusakan DNA, dan penahanan siklus sel pada fase G₂/M. Kerusakan DNA meningkat secara signifikan dengan pemberian 1, 5, dan 10 µg/mL 4bHWE selama 2 jam, namun kerusakannya tergantung dosis tergantung dosis. Konsentrasi penghambatan (IC₅₀) 4bHWE dalam sel H1299 selama 24 dan 48 jam sebesar 0,6 dan 0,71 µg/mL secara berurutan. Senyawa 4bHWE mengakibatkan gangguan siklus sel dalam bentuk akumulasi sub-G₁ dan menahan fase G₂/M dengan 1 µg / mL selama 12 dan 24 jam secara berurutan (Yen et al., 2010). Reyes-Reyes et al. (2012) juga mengandung withanolides, physangulidines A-C yang juga memiliki aktivitas sebagai anti kanker prostat. Senyawa withanolides secara signifikan mengurangi kelangsungan hidup sel kanker prostat, dengan menahan fase G₂/M yang mengakibatkan mitosis rusak (Reyes-Reyes et al. 2012).

3. Antioksidan

Banyak penyakit kronis seperti penyakit kardiovaskular dan kanker merupakan penyebab utama kematian di negara maju dan berkembang. Stres oksidatif diyakini menjadi penting faktor yang berkontribusi dalam berkembangnya penyakit kardiovaskular dan kanker. Senyawa fenolik yang ditemukan dalam buah-buahan dan sayuran terutama, mungkin membantu mencegah efek stres oksidatif pada tubuh (Ramadan 2011) Aktivitas antioksidan total pada buah *P. peruviana* sangat dipengaruhi oleh penyimpanan setelah panen dan aktivitas tersebut berbanding terbalik dengan waktu penyimpanan dan kandungan etilen pada buah (Valdenegro et al. 2012).

Pemanfaatan ekstrak *P. peruviana* sebagai anti oksidan telah dibuktikan oleh Chakir et al. (2014) dan Valdenegro et al. (2012). Ekstrak *P. peruviana* pada konsentrasi 30, 20 µg/mL melindungi DNA plasmid pIVEX dari kerusakan yang disebabkan oleh Fe (II) ditambah H₂O₂ (Chakir et al., 2014). Aktivitas antioksidan berhubungan dengan kandungan ekstrak yang tinggi dengan fenolik (Chakir et al., 2014). Jus segar *P. peruviana* menghasilkan penurunan 78% kontrol radikal 1,1-difenil-

2-pikrilhidrazil (DPPH), sedangkan jus yang diolah enzim menghasilkan penurunan 82% (Ramadan & Mörsel, 2007).

4. Anti Bakteri

Berbagai kerusakan makanan dan penyakit pada manusia disebabkan oleh infeksi bakteri, oleh karena itu senyawa yang bersifat anti bakteri khususnya bakteri patogen dapat digunakan sebagai bahan obat. Ekstrak daun dan taruk (*shoot*) *P. peruviana* menghambat pertumbuhan bakteri gram positif maupun gram negatif (Cakir et al., 2014). Ekstrak *P. peruviana* dengan metode disc difusi menghambat pertumbuhan dan aktivitas *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Lactococcus lactis*, *Escherichia coli*, dan *Erwinia herbicola*. Ekstrak daun dan taruk *P. peruviana* menghambat pertumbuhan *Lactococcus lactis* lebih kuat dibandingkan dengan geneticin. Nilai MIC terendah 100 µg/disc untuk *Staphylococcus aureus* dan MIC tertinggi terdapat pada 700 µg/disc untuk *Escherichia coli*. Daya hambat ekstrak *P. peruviana* terhadap bakteri berbeda-beda. Zona penghambatan *Escherichia coli* dan *Erwinia herbicola* tidak dipengaruhi oleh konsentrasi, sebaliknya penghambatan *Staphylococcus* sp. dan *Lactococcus lactis* berkorelasi positif dengan konsentrasi ekstrak (Cakir et al., 2014). Withanolides merupakan senyawa bioaktif dari *P. peruviana* yang efektif sebagai anti bakteri (Kathleen et al., 2012).

SIMPULAN

Physalis peruviana merupakan sumber Kalium, provitamin A, vitamin C, zat besi, dan beberapa vitamin B-kompleks. Berdasarkan uji bioassay *P. peruviana* memiliki aktivitas sebagai anti diabetes mellitus, antioksidan, anti kanker, dan anti bakteri. Senyawa 4b-Hydroxywithanolide (4bHWE), withanolides, dan physangulidines A-C dari *P. peruviana* merupakan senyawa yang memiliki aktivitas menghambat pertumbuhan sel kanker melalui apoptosis.

DAFTAR PUSTAKA

- Çakir O, Pekmez M, Çepni E, Candar B, Fidan K. 2014. Evaluation of biological activities of *Physalis peruviana* ethanol extracts and expression of Bcl-2 genes in HeLa cells. *Food Sci. Technol. Campinas* 34(2): 422-430.
- Cedeño M, Montenegro D. 2004. Plan exportador, logístico y comercialización de uchuva al mercado de Estados Unidos para Frutexpo. *Sci Ltda. Facultad de Ingeniería, vol. Ingeniero Industrial. : Bogotá Pontificia Universidad Javeriana.*
- D'Arcy WG. 1991. The Solanaceae Since 1976, With A Review Of Its Biogeography. In: Hawkes JG, Lester M, Nee RN, Estrada N (eds) *Solanaceae III: taxonomy, chemistry, and evolution.* Royal Botanic Gardens, London
- Elmore S. 2007. Apoptosis: a review of programmed cell death. *Toxicologic Pathology* 35(4): 495-516.
- El-Tohamy WA, El-Abagy HM, Abou-Hussein SD, Gruda N. 2009. Response of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) to nitrogen application under sandy soil conditions. *Gesunde Pflanzen* 61: 123-127.
- Fischer G. 1995. Effect of root-zone temperature and tropical altitude on the growth, development and fruit quality of cape gooseberry *Physalis peruviana* L. Tesis De Doctorado. Universidad de Humboldt, Berlin.

- Fischer G, Ebert G, Lüdders P. 2000. Provitamin a carotenoids, organic acids and ascorbic acid content of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) ecotypes grown at two tropical altitudes. *Acta Hort.* 531: 263-267.
- Hamad I, Erol O, Pekmez M, Ucar E, Arda ESN. 2010. Antioxidant and cytotoxic activities of *Physalis peruviana* extracts. *Plant Foods for Human Nutrition* 65(1): 44-49.
- Kathleen A. Gibson R, Reese N, Halaweish FT, Ren Y. 2012. Isolation and characterization of a bactericidal withanolide from *Physalis virginiana*. *Pharmacognosy Magazine* 8(29): 22-28.
- Kasali FM, Kadima JN, Mpina PT, Ngbolua KTN, Tshibangu DMT. 2013. Assessment of antidiabetic activity and acute toxicity of leaf extracts from *Physalis peruviana* L. in guinea-pig. *Asian Pac J Trop Biomed* 3(11): 841-846.
- Kindscher K, Long Q, Corbett S, Bosnak K, Loring H, Cohen M, Timmermann BN. 2012. The ethnobotany and ethnopharmacology of wild tomatillos, *Physalis longifolia* Nutt. and related *Physalis* species: A Review 1. *Economic Botany* XX(X): 1-13.
- Medina-Medrano JR, Almaraz-Abarca N, Gonzalez-Elizondo MS, Uribe-Soto JN, Gonzalez-Valdez LS, Herrera-Arrieta Y. 2015. Phenolic constituents and antioxidant properties of five wild species of *Physalis* (Solanaceae). *Bot Stud* 56(24): 1-13.
- Puente LA, Pinto-Muñoz CA, Castro ES, Cortés M. 2011. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: a review. *Food Res. Int.* 44: 1733-1740.
- Park WH, Lee MS, Park K, Kim ES, Kim BK, Lee YY. 2002. Monensin mediated growth inhibition in acute myelogenous leukemia cells via cell cycle arrest and apoptosis. *International Journal of Cancer* 101: 235-242.
- Perk BO, Ilgin S, Atli O, Duymus HG, Sirmagul B. 2013. Acute and subchronic toxic effects of the fruits of *Physalis peruviana* L. Hindawi Publishing Corporation Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine Article ID 707285, 10 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/707285>
- Raju P, Mamidala E. 2015. Anti-diabetic activity of compound isolated from *Physalis angulata* fruit extracts in alloxan induced diabetic rats. *The Ame J Sci & Med Res.* 1(1): 1-6.
- Ramadan MF, Mörsel JT. 2004. Goldenberry: A novel fruit source of fat soluble bioactives. *Inform.* 15: 130-131.
- Ramadan MF. 2011. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): an overview. *Food Research International* 44: 1830-1836.
- Ramadan MF, Moersel JM. 2007. Impact of enzymatic treatment on chemical composition, physicochemical properties and radical scavenging activity of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) juice. *J Sci Food Agric* 87: 452-460.
- Rabie MA, Soliman AZ, Diaconeasa ZAS, Constantin B. 2014. Effect of pasteurization and shelf life on the physicochemical properties of physalis (*Physalis peruviana* L.) juice. *Journal of Food Processing and Preservation*: 1-10
- Rodrigues E, Rockenbach II, Cataneo C, Gonzaga LV, Chaves ES, Fett R. 2009. Minerals and essential fatty acids of the exotic fruit *Physalis peruviana* L. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas* 29(3): 642-645.
- Salazar MR, Jones JW, Chaves B, Cooman A. 2008. A model for the potential production and dry matter distribution of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). *Scientia Horticulturae* 115: 142-148.
- Silalahi M, Nisyawati, Walujo EB, Mustaqim W. 2018. Etnomedisin tumbuhan obat oleh Sub-etnis Batak Phakpak di Desa Surung Mersada, Kabupaten Phakpak Bharat, Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu Dasar* 19(2): 77-92.
- Silalahi M, Nisyawati. 2018. The ethnobotanical study of edible and medicinal plants in the home garden of Batak Karo Sub-ethnic in North Sumatra, Indonesia *Biodiversitas* 19(1): 229-238.
- Silalahi M, Nisyawati, Walujo EB, Supriatna J. 2015a. Local knowledge of medicinal plants in sub-ethnic Batak Simalungun of North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas* 16(1): 44-54.

- Silalahi M, Nisyawati, Walujo EB, Supriatna J, Mangunwardoyo W. 2015b. The local knowledge of medicinal plants trader and diversity of medicinal plants in the Kabanjahe traditional market, North Sumatra, Indonesia. *Journal of Ethnopharmacology* 175: 432-443.
- Silalahi M. 2014. Etnomedisin tumbuhan obat pada Etnis Batak Sumatera Utara dan Perspektif Konservasinya [Disertasi]. Program Pascasarjana Biologi, FMIPA, Universitas Indonesia: xxviii+165 hlm.
- Tapia M, Fries A. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE, Lima
- Trincherro GD, Sozzi GO, Cerri AM, Vilella F, Fraschina AA. 1999. Ripening-related changes in ethylene production, respiration rate and cell-wall enzyme activity in goldenberry (*Physalis peruviana* L.), a Solanaceous species. *Postharvest Biology and Technology* 16: 139-145.
- Valdenegro M, Fuentes L, Herrera R, Moya-León MA. 2012. Changes in antioxidant capacity during development and ripening of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) fruit and in response to 1-methylcyclopropene treatment. *Postharvest Biology and Technology* 67: 110-117.
- Whitson M, Manos PS. 2005. Untangling *Physalis* (Solanaceae) from the physaloids: a two-gene phylogeny of the physalinae. *Systematic Botany* 30(1): 216-230.
- Wu SJ, Chang SP, Lin DL, SS Wang, Hou FF, Ng LT. 2009. Supercritical carbon dioxide extract of *Physalis peruviana* induced cell cycle arrest and apoptosis in human lung cancer H661 cells. *Food and Chemical Toxicology* 47: 1132-1138.
- Yen CY, Chiu CC, Chang FR, Chen JYF, Hwang CC, Hseu YC, Yang HL, Lee AYL, Tsai MT, Guo ZL, Cheng YS, Liu YC, Lan YH, Chang YC, Ko YC, Chang HW, Wu YC. 2010. 4b-Hydroxywithanolide E from *Physalis peruviana* (golden berry) inhibits growth of human lung cancer cells through DNA damage, apoptosis and G2/M arrest. *BMC Cancer* 10:46: 1-2.
- Yilmaztekin M. 2014. Analysis of Volatile Components of Cape Gooseberry (*Physalis peruviana* L.) Grown in Turkey by HS-SPME and GC-MS. Hindawi Publishing Corporation Scientific World Journal Article ID 796097, 8 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2014/796097>